

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

JOSIANE CARLA PANISSON

**NÍVEIS DE RACTOPAMINA E ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO PARA SUÍNOS
EM TERMINAÇÃO**

CURITIBA

2016

JOSIANE CARLA PANISSON

**NÍVEIS DE RACTOPAMINA E ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO PARA SUÍNOS
EM TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Área de concentração de Nutrição animal de não ruminantes, Setor Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Alex Maiorka

Co-Orientador: Prof. Dr. Bruno Alexander
Nunes Silva

CURITIBA

2016

P192 Panisson, Josiane Carla

Níveis de ractopamina e ácido linoleico conjugado para suínos em
terminação. / Josiane Carla Panisson. Curitiba : 2016.
50 f. il.

Orientador: Alex Maiorka

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná.
Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia – Nutrição e Produção Animal.

1. Nutrição animal – suplementação. 2. Nutrição animal –
aspectos genéticos. I. Maiorka, Alex. II. Universidade Federal do
Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia – Nutrição e Produção Animal. III. Título.

CDU 636.087.7


PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA



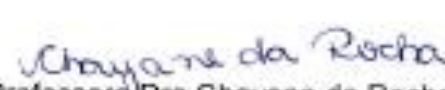
PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada "NÍVEIS DE RACTOPAMINA E ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO" apresentada pela Mestranda JOSIANE CARLA PANISSON declara ante os méritos demonstrados pela Candidata, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09-CEPE/UFPR, que considerou a candidata APTA para receber o Título de Mestre em Zootecnia, na Área de Concentração em Nutrição e Produção Animal.

Curitiba, 19 de fevereiro de 2016.


Professor Dr. Alex Maiorka
Presidente/Orientador


Dr. Diego Surek
Membro


Professora Dra Chayane da Rocha
Membro

Dedico à minha família, por ter me dado a oportunidade de seguir meus sonhos em busca da realização e da minha felicidade.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida.

Aos meus pais Zanice e Ivanor pelo amor incondicional, por todo o apoio, carinho e dedicação. Pelas palavras de incentivo a cada dia. As minhas irmãs Vera e Ana Paula por estarem sempre presentes. Aos meus cunhados Evandro I e Evandro II. Ao meu pequeno Luiz Henrique, afilhado que sempre soube compreender minha ausência.

Ao meu noivo Marcus Vinícius, que apesar da distância, sempre me incentivando a realizar meus sonhos, com muito amor e dedicação, além do auxílio na execução da pesquisa.

Aos meus avós paternos, os grandes motivadores pela escolha desta linda profissão Waldemiro (*in memorian*) e Clara Catharina (*in memorian*), que me mostraram o caminho e que são minhas fontes inspiradoras.

Aos meus avós maternos, sempre preocupados e interessados em saber Nelson e Joana (*in memorian*).

À minha prima querida Juliana Agostini, que foi muito importante para o início desta caminhada e que sempre tem uma palavra amiga e aconchegando para me oferecer.

À toda minha família que de uma forma ou outra sempre esteve presente nesta caminhada.

À minha querida amiga Luciane Boff que me acompanha desde a infância e sempre me incentivou a continuar, e apesar da falta e da distância está do meu lado em todos os momentos.

Aos meus grandes amigos de graduação Paulo, Tarciso, Yohanne, Carina, Cristiano, Joana, Kátia, Ana, Rodrigo, Douglas (*in memorian*), Rael, pela amizade verdadeira, pelos encontros e por sempre estarem presentes nesta caminhada, um ajudando o outro.

Aos professores de graduação que sempre incentivaram a especialização, principalmente aos meus queridos e admiráveis professores Diovani, Marcel, Edir, muito obrigada por tudo.

Aos meninos do LEPNAN que aprendi muito com todos e principalmente a admirar cada um com seu jeito, Thiago, Victor, Thiago Cruz, Ronan Omar, Vitor, Bassi, Barbosa, Rodrigo, Leopoldo, Antoniel, Kauã, Ricardo. Principalmente os amigos Vinícius, Jean Fagner e Lucas.

As lindas meninas do LEPNAN, pela amizade, companheirismo, conversas, ensinamentos entre tantas outras vividas nestes dois anos de mestrado, Daniele,

Francielle, Tabyta, Gabi, Manu, Renata, Rosi, Sthéfani,

As minhas lindas irmãs que fiz em Curitiba Vivian e Andréia por tudo.

A família que me adotou em Curitiba Isabella, Angelita, Onésimo, Bella, Aroldo, Chaiane, Eder, Eloísa, Rafael, Tatiane por estarem sempre comigo, deixando meus dias mais alegres.

Ao senhor Manuel Teixeira Lopes, proprietário da fazenda Penalva e todos os funcionários da fazenda em especial aos meninos da fábrica de ração Ramon, Luciano, Wilson, e aos funcionários da terminação Dinossani e Mauro que tiveram paciência e boa vontade para aceitar as mudanças de rotina e me ajudarem a qualquer momento, principalmente nas 30 toneladas de ração fornecidas aos suínos.

Ao Janminson por me auxiliar no experimento, tanto na teoria e com muito suor na camisa.

Ao meu orientador Bruno Alexander Nunes Silva, que me ajudou desde o início e me incentivou a retornar os estudos. Me mostrou o caminho e me deu todo o apoio para a realização deste estudo até sua conclusão.

Ao meu orientador Alex Maioka, por ter se mostrado ser um paizão, que desde o primeiro momento me apoiou em todos os passos até o fim desta jornada do mestrado, me dando a oportunidade de tê-lo como professor, orientador e amigo.

As professoras Ananda, Chayane e Simone, por todo o carinho, conhecimento repassado, sempre dispostas a ajudar, conversar. Obrigada pela amizade e tempo dispensado.

Aos professor Márcio Duarte e Alisson Saraiva pelo auxílio no final do experimento, para coleta de dados.

Enfim a todos que de uma forma ou outra estiveram presentes nesta caminhada.

Muito Obrigada!
Josiane Carla Panisson

*Que você capacite seu EU para ser autor de sua história
e gerenciar sua mente.
Se treinar, não tenha medo de falhar.
E se falhar, não tenha medo de chorar.
E se chorar, corrija suas rotas, mas não desista.
Dê sempre uma nova chance para si e para quem ama.
Só adquire maturidade quem usa suas frustrações para
alcançá-las.*

(Augusto Cury)

RESUMO

O conhecimento sobre as melhores alternativas para aumentar a qualidade e reduzir o teor de gordura da carne suína, permite que se produza alimentos mais saudáveis ao consumidor. A utilização de aditivos que buscam melhorar a qualidade do produto final é de grande importância para a cadeia produtiva. O estudo sobre níveis de ractopamina (RAC) e ácido linoléico conjugado (CLA) para suínos em terminação é importante para sistemas de produção que busquem maior rendimento de cortes e carnes com menor teor de gordura subcutânea e um marmoreio adequado dos cortes. Portanto, o objetivo foi avaliar o impacto da associação da RAC e o CLA sobre o desempenho zootécnico em suínos selecionados geneticamente para maior deposição de carne magra na fase de terminação. Foram utilizados 765 suínos machos castrados híbridos comerciais, com peso médio de 80 kg e idade de 115 dias. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 3 x 3 - três níveis de RAC (0, 5 e 10 ppm), três níveis de CLA (0; 0,3 e 0,6%), sendo 9 tratamentos, 5 repetições, com 17 animais por baia, sendo cada baia considerada uma unidade experimental. Aos 142 dias os animais foram pesados para assim determinar o consumo de ração médio diário (CRD), ganho de peso médio diário (GPD) e da conversão alimentar (CA). Para análises de característica quantitativas de carcaça foram selecionados 15 animais por tratamento para avaliação de área de olho de lombo (AOL) e espessura de toucinho (ET). O consumo de ração foi menor quando os animais receberam 10 ppm de RAC. Os animais que receberam RAC (5 e 10 ppm) apresentaram melhor GPD, tendo em média um ganho de 148 g d⁻¹ e 173 g d⁻¹ superiores ao controle. A CA também foi melhor que o grupo controle (2,57 vs. 2,71 vs. 3,05). Os animais que receberam CLA (0,3 e 0,6%) apresentaram menor CMR em relação ao controle (sem CLA) (2,73 vs. 2,75 vs. 2,86 kg d⁻¹). A CA foi melhor nos animais que receberam CLA em relação ao controle (3,03 vs. 3,03 vs. 3,09). Houve efeito de interação de CLA e RAC para peso vivo. Para avaliação de qualidade de carcaça, houve efeito de interação de CLA e RAC para área de olho de lombo e espessura de toucinho. A utilização de 10 ppm de RAC na dieta de suínos em terminação melhorou o desempenho dos animais. O uso do CLA na dieta de suínos em terminação com 0,6% proporcionou melhor CA. A associação da RAC e do CLA na dieta resultou um aumento no peso vivo dos suínos em terminação, principalmente quando utilizado 10 ppm de RAC e 0,6% de CLA. Para as características de carcaça a associação de 0,3 % de CLA e 10 pmm de RAC aumento área de olho de lombo e reduziu a espessura de toucinho.

Palavras chaves: Características de carcaça; Consumo de ração; Conversão alimentar; Deposição de carne magra; Espessura de toucinho.

ABSTRACT

The knowledge about the best alternatives to increase the quality and reduce the fat content of pork, allows one to produce healthier food to consumers. The use of additives that seek to improve the quality of the final product is of great importance for the supply chain. The study on levels of Ractopamine (RAC) and Conjugated Linoleic Acid (CLA) for finishing pigs it is important for production systems that search on higher cutting yield and meat with less subcutaneous fat and proper marbling of the cuts. Therefore, the objective was to evaluate the impact of the association of RAC with the CLA on the growth performance in pigs genetically selected for greater deposition of lean meat in the finishing phase. A total of 765 castrated male pigs commercial hybrids were used, with an average weight of 80 kg and age of 115 days. The animals were distributed in block randomized design, factorial 3 x 3 arrangement - three levels of RAC (0, 5 and 10 ppm), three levels of CLA (0; 0.3 and 0.6% CLA), with 9 treatments, 5 repetitions, 17 animals per pen, with pen is considered an experimental unit. The 142 days, the pigs were weighed to determine the average daily feed intake (ADFI), average daily weight gain (ADG) and feed conversion (FC). For quantitative carcass trait analyzes were selected 15 animals per treatment for evaluation of loin eye area and back fat depth. The ADFI was lower when the pigs received 10 ppm of RAC. The animals that received RAC (5 and 10 ppm) presented the best ADG, 148 g d⁻¹ and 173 g d⁻¹ higher than the control group. The FC was also better than the control group (2.57 vs. 2.71 vs. 3.05). The animals fed diets with CLA (0.3 and 0.6%) presented smaller ADFI that the control (without CLA) (2.73 vs. 2.75 vs. 2.86 kg d⁻¹). The FC was better in animals that received CLA in relation to the control group (3.03 vs. 3.03 vs. 3.09). There was interaction effect of CLA and RAC for live weight. For the evaluation of carcass quality, there was interaction of CLA and RAC for loin eye area and back fat depth. The use of RAC 10 ppm in the diet of pigs termination improved animal performance. The use of CLA in swine diets finishing with 0.6% provided better FC. The association of RAC and the CLA in the diet resulted in an increase in live weight of finishing pigs, especially when used 10 ppm RAC and 0.6% CLA. For carcass characteristics the combination of 0.3% CLA and 10 pmm RAC increased loin eye area and reduced back fat depth.

Key-words: Carcass characteristics; Feed intake; Feed conversion; Deposition lean meat; Back fat depth.

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

FIGURA 1 - Estrutura química da Ractopamina.....	16
FIGURA 2 - Mecanismo de ação dos agonistas β -adrenérgicos.....	17
FIGURA 3. Estrutura bioquímica do Ácido Linoleico Conjugado	19
FIGURA 4 – Via metabólica proposta para biossíntese do cis9 trans11 no rúmen e na glândula mamaria/gordura	20
FIGURA 5 - Processo de produção do ácido linoleico conjugado	21
FIGURA 6 - Esquema para os efeitos do ácido linoleico conjugado	24

Gráfico 1. Peso Vivo de Suínos machos castrados recebendo diferentes níveis de Ractopamina (RAC) e Ácido Linoleico Conjugado (CLA) por 27 dias na fase de terminação	39
Gráfico 2. Medidas de Área de olho de lombo de suínos machos castrados recebendo diferentes níveis de Ractopamina (RAC) e Ácido Linoleico Conjugado (CLA) por 27 dias na fase de terminação.....	40
Gráfico 3. Espessura de toucinho de suínos machos castrados recebendo diferentes níveis de Ractopamina (RAC) e Ácido Linoleico Conjugado (CLA) por 27 dias na fase de terminação	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tratamentos experimentais	34
Tabela 2 – Composição percentual e calculada das rações experimentais	35
Tabela 3. Desempenho de suínos machos castrados alimentados com diferentes níveis de Ractopamina (RAC) e Ácido Linoleico Conjugado(CLA)	38
Tabela 4. Medidas de Área de olho de lombo (AOL) e espessura de toucinho (ET) de suínos machos castrados recebendo diferentes níveis de Ractopamina (RAC) e Ácido Linoleico Conjugado(CLA) por 27 dias na fase de terminação	41

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS	10
LISTA DE TABELAS	11
1 INTRODUÇÃO	13
2 CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 QUALIDADE DA CARNE SUÍNA	14
2.2 AGONISTAS B-ADRENÉRGICOS	15
2.2.1 <i>Ractopamina</i>	15
2.2.1.1 <i>Mecanismos de ação da ractopamina</i>	16
2.2.1.2 <i>Atuação da ractopamina no tecido adiposo e muscular dos suínos</i> ..	17
2.3 ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO	19
2.3.1 <i>Efeitos do ácido linoleico conjugado em suínos</i>	21
2.3.1.1 <i>Efeitos sobre desempenho</i>	22
2.3.1.2 <i>Efeitos sobre a carcaça e qualidade de carne</i>	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
CAPÍTULO II - NÍVEIS DE RACTOPAMINA E ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO	29
RESUMO	29
1 INTRODUÇÃO	31
2 MATERIAL E MÉTODOS	33
3 RESULTADOS	37
4 DISCUSSÃO	42
5 CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
ANEXOS	50
APROVAÇÃO COMISSÃO DE ÉTICA	50

1 INTRODUÇÃO

A carne suína é a proteína de origem animal mais consumida no mundo. Rica em nutrientes essenciais vem aumentando rapidamente sua produção nos países em desenvolvimento, devido ao aumento da população e aumento da renda do consumidor (ABIPECS, 2014).

Os consumidores estão cada vez mais preocupados com os produtos cárneos oferecidos no mercado, em busca de maior qualidade e produtos mais saudáveis. Nesse sentido, estudos estão sendo realizados para melhorar a carcaça, qualidade da carne e reduzir a deposição de gordura (APPLE *et al.*, 2004). Algumas técnicas são adotadas pelos produtores de suínos para alcançar esses objetivos, sendo eles, a seleção genética, o manejo alimentar, manejo sanitário e o uso de aditivos que auxiliam na modulação da deposição de massa magra.

A ractopamina (RAC) é conhecida como modulador de β -adrenérgico utilizado em rações de suínos a fim de contribuir positivamente para o ganho de peso e conversão alimentar, melhorando a porcentagem de carne magra na carcaça e reduzindo a deposição de gordura. Este aditivo age ligando-se a receptores específicos da membrana de células musculares e adiposas, redirecionando nutrientes que seriam utilizados na deposição de gordura para a deposição de proteína (MILLS, 2002).

Outro aditivo utilizado é o ácido linoleico conjugado (CLA), o CLA é o termo utilizado para designar uma mistura de isômeros geométricos e posicionais do ácido linoleico (C18:2) que contém duas duplas ligações conjugadas (DONOVAN *et al.*, 2000). O CLA é encontrado naturalmente nas gorduras de alimentos oriundos de ruminantes (carne e leite) e seus derivados.

Estudos têm indicado que o uso de CLA afeta positivamente o metabolismo em seres humanos e animais, tais como a diminuição da massa gorda corporal, propriedades anticancerígenas, a deposição de proteína total aumentada e musculatura, entre outros benefícios (KELLY *et al.*, 2001). Nesse sentido, este estudo teve por objetivo avaliar a interação entre a ractopamina e ácido linoleico conjugado quando utilizado em dietas de suínos em terminação.

2 CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 QUALIDADE DA CARNE SUÍNA

A qualidade de carne está relacionada com toda a cadeia produtiva de suínos, desde a gestação, nascimento do animal até a transformação do músculo em carne nos abatedouros. Este conceito “qualidade” oscila de acordo com a classe social dos consumidores, região geográfica, produtores e indústrias.

Para o consumidor a cor interfere muito na hora da escolha da carne. O marmoreio afeta a avaliação visual. A gordura intramuscular também varia muito entre os músculos e dentro de um mesmo músculo, interferindo na reflectância total da amostra (BERNARDES e PRATA, 2001).

A qualidade da carne suína é avaliada por diversos parâmetros, tais como: pH muscular, cor, capacidade de retenção de água, maciez e marmorização. Após o abate o fornecimento de oxigênio para os músculos é interrompido, pois com isso o processo de transformação de músculo em carne é iniciado. O músculo de suínos in vivo possui o pH entre 7,0 a 7,2, entretanto a falta de oxigênio desencadeia vários processos bioquímicos no músculo, sendo que as células passam a utilizar as reservas de glicogênio, acarretando na formação de ácido láctico, na redução do pH e interferindo na qualidade final da carne (BERG, 2000).

As fontes de gordura oferecida nas dietas de suínos influenciam na composição dos ácidos graxos. Experimentos com suínos e aves mostram que as gorduras provenientes de óleos como de soja, linhaça, coco dentre outros, influenciam na composição dos ácidos graxos presentes na carne (ASGHAR *et al.*, 1990; MORGAN *et al.*, 1992). Adicionando óleo oriundo de peixe nas dietas de suínos, Irie e Sakimoto (1992), obtiveram maior teor de ácidos graxos ω -3 na gordura dos animais porém isto afetou a qualidade da gordura uma vez que essa perdeu sua firmeza. Morgan *et al.* (1992), ao adicionar ácidos graxos ω -3 nas dietas obteve um maior teor deste na carcaça dos animais sem que isso interferisse nas características organolépticas durante o cozimento dessas carnes. Contudo Park *et al.* (1989), não obteve resultados satisfatórios ao adicionar o mesmo tipo de ácidos

graxos ω -3 na dieta de suínos, pois obtiverem problemas com susceptibilidade dos produtos cárneos a oxidação, além de problemas com o aroma.

Outros parâmetros são utilizados como indicadores quantitativos para qualidade de carne como peso da carcaça, espessura de toucinho e área de olho de lombo (PRATA e FUKUDA, 2001).

2.2 AGONISTAS B-ADRENÉRGICOS

O receptor β -adrenérgico (BAR) é uma proteína integral, que atua por meio de mensageiro secundário cAMP (adenosina monofosfato cíclico). Esses receptores adrenérgicos são encontrados em quatro tipos (α 1, α 2, β 1, β 2), definidos por afinidades e repostas a um grupo agonista e antagonista.

Agonistas são estruturas análogas que se ligam ao receptor e imitam os efeitos do seu ligante natural e antagonistas são estruturas análogas que se ligam ao receptor sem disparar seu efeito normal. Assim, bloqueiam os efeitos dos agonistas, incluindo ligações biológicas. Em alguns casos, a afinidade dos agonistas sintéticos e antagonistas pelo receptor, é tão boa quanto a do agonista natural. Esses quatro tipos de BAR são encontrados nos tecidos que correspondem as diferentes respostas à adrenalina. BAR do subtipo β 1 e β 2 atuam por meio do mesmo mecanismo. Portanto, agonista β -adrenérgico (ABA) refere-se a ambos (NELSON, 2002).

Quando a ligação entre uma molécula de ABA se liga a um receptor α , ocorre uma resposta sistêmica, ou seja, gera respostas como inquietação e agitação, diferente da resposta aos BAR.

2.2.1 Ractopamina

A RAC se trata de um ABA com estrutura química semelhante à de hormônios como a noradrenalina e a adrenalina, porém não se trata de um hormônio. A RAC é um repartidor de energia que vem sendo utilizado em dietas de suínos com o intuito de aumentar a produção de tecido magro nas carcaças, diminuindo o teor de gordura presente nos músculos. A RAC age alterando a

partição dos nutrientes, redirecionando-os para produção de tecidos musculares e não tecido adiposo (BRIDI *et al.*, 2003).

O uso desse promotor de crescimento é permitido em mais de vinte países, tais como: Brasil, Canadá, México, Estados Unidos, América Latina (exceto Chile) e Austrália. Contudo seu uso ainda é proibido na União Européia, Rússia e China. Esse ABA possui em sua estrutura química: anel aromático, cadeia lateral da fenetalonamina e o nitrogênio alifático, conforme a figura abaixo (SMITH, 1998).

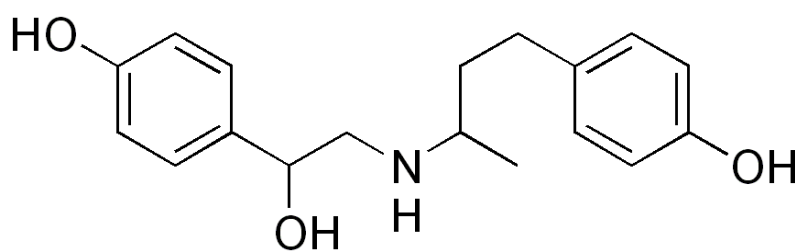


FIGURA 1 - Estrutura química da Ractopamina.
Fonte: SMITH, (1998).

2.2.1.1 Mecanismos de ação da ractopamina

Os mecanismos de atuação da RAC no tecido muscular ainda não são bem esclarecidos, estudos vêm sendo realizados para melhor esclarecimento destes efeitos. O modo de ação mais aceito (Figura 2) aponta para a membrana celular, onde o receptor é estimulado pelo ABA (CANTARELLI, 2007).

A RAC liga-se a receptores específicos existentes na superfície tanto de células musculares quanto adiposas no organismo, desencadeando uma cascata bioquímica de sinais no interior destas células. O efeito primário da RAC é uma ativação muito específica da síntese de proteínas no tecido muscular, sem efeito sobre a taxa de degradação de proteínas.

A RAC possui um receptor específico, quando ocorre a junção dos ABA com seus receptores no metabolismo celular, intercorre uma troca de receptor. Essa troca permite que o receptor passe a se unir a uma proteína reguladora. A proteína reguladora é denominada guanosina trifosfato, a união dos receptores a guanosina trifosfato faz com que a proteína G presente na superfície interna da membrana celular mude de estrutura. Essa conformidade da proteína G permite uma mudança conformacional no receptor, fazendo com que a guanosina trifosfato passa a ser

guanosina difosfato.

A guanosina trifosfato se torna guanosina monofosfato cíclica através de interação com o adenilato ciclase, que é uma proteína transmembranar. A guanosina monofosfato cíclica atua sobre outras proteínas quinase-dependentes, com isso há fosforilação de várias outras proteínas, minimizando o anabolismo e aumentando a lipólise no tecido adiposo.

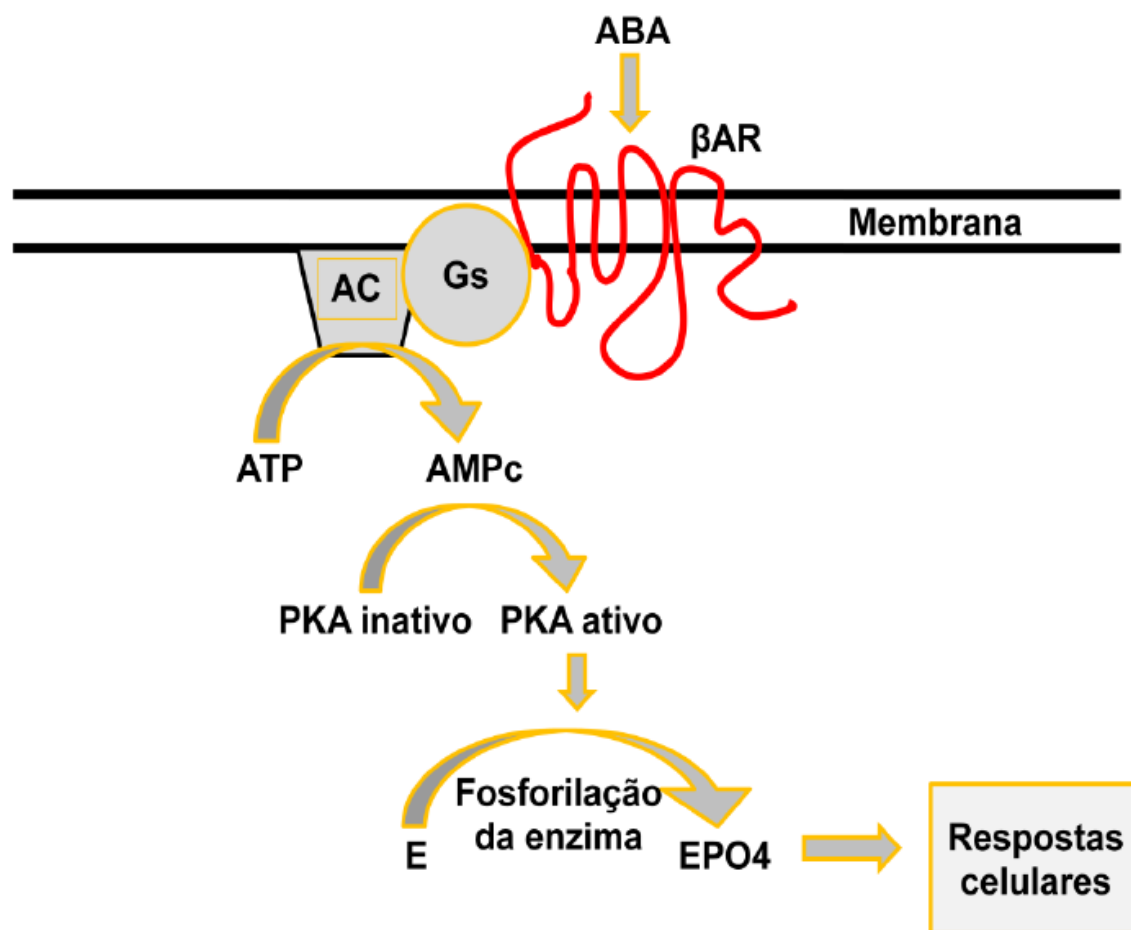


FIGURA 2 - Mecanismo de ação dos agonistas β-adrenérgicos. Onde: ABA: agonista β- adrenérgico; βAR: receptor β-adrenérgico; Gs: proteína ativa; AC: enzima adenilato ciclase; ATP: trifosfato de adenosina; AMPc: monofosfato cíclico de adenosina; PKA: proteína quinase A; E: enzima, EPO4: Enzima fosforilada (MOODY *et al.*, 2000).

2.2.1.2 Atuação da ractopamina no tecido adiposo e muscular dos suínos

A RAC quando administrada em suínos na fase de terminação atua sobre o metabolismo do tecido adiposo de forma a estimular a lipólise nestes animais, ao mesmo tempo, em que são ocasionadas mudanças no metabolismo de carboidratos

que darão suporte ao crescimento de massa magra nos animais suplementados (ARAÚJO, 2012).

Segundo Cantarelli (2007), o ganho de massa magra na carcaça de suínos suplementados com RAC, é devido, à redução da síntese de ácidos graxos no tecido adiposo. Além de ganho de carne magra na carcaça, Marinho *et al.* (2007) verificaram menor espessura de toucinho quando utilizado RAC na ração. Liu *et al.* (1989) e Merkel *et al.* (1987), por meio de estudos obtiveram atenuação das atividades de enzimas lipogênicas e elevada concentração plasmática de ácidos graxos livres, validando a competição no tecido adiposo pela RAC em suínos.

Bergen *et al.* (1989) relataram que a concentração de RNA (RNAm) no músculo esquelético eleva-se com a utilização de RAC nas dietas, devido ao aumento na síntese proteica. Segundo Xiao *et al.* (1999) o nível de proteína bruta (PB) tem correlação com o nível de RAC sobre o ganho de peso dos suínos em fase de terminação. Suínos suplementados com RAC e uma ração com 18% de PB resultou em maior ganho de peso, quando comparado com suínos suplementados com RAC e uma ração com 13% de PB. A administração de 20 ppm de RAC na dieta de suínos reduz a taxa de degradação da proteína muscular (*postmortem*) proporcional ao acréscimo da concentração de calpastatina, diminuindo a habilidade proteolítica da proteína muscular (XIONG *et al.*, 2006).

O aumento da massa muscular de suínos ocorre devido a uma ampliação do diâmetro das fibras musculares, especialmente as fibras brancas presentes nos músculos (SILVA *et al.*, 2008). Rosa (2009) e Pozza *et al.* (2003), obtiveram aumento linear quando se tratava de diâmetro das fibras musculares quanto ao nível de RAC administrado. Isso devido às características anabólicas da RAC, que também inclui a hipertrofia das fibras intermediárias e brancas, explicando a ampliação de diâmetro das fibras musculares, com isso uma maior quantidade de massa muscular. Estudo realizado por Budiño *et al.* (2005) demonstrou maior peso de carcaça, elevado ganho da área lombar e redução da espessura de toucinho quando ministrado 10 e 20 ppm de RAC nas rações. Anderson *et al.* (1987) administraram 20 ppm de RAC para suínos em fase de terminação e observaram aumento muscular do conteúdo proteico. Essa hipertrofia muscular pode ocorrer em função ao decréscimo da taxa de degradação proteica, devido ao aumento da quantidade de lipídio circulante e carboidratos.

O uso de RAC nas dietas para suínos trouxe um ganho econômico maior,

quando comparado às dietas sem esse aditivo (SCHINCKE *et al.*, 2001).

2.3 ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO

O ácido linoleico conjugado (CLA) trata-se de um conjunto de isômeros geométricos e posicionais do ácido linoleico, possuindo duas duplas ligações entre uma simples. Existem vários isômeros com essas características, porém dois deles vem sendo estudados desde a década de 70. Os isômeros cis-9, trans-11 tem ligação direta com a inibição de tumores e melhoria no sistema imune, e os trans-10, cis-12 (Figura 3) influenciam no metabolismo lipídico reduzindo a quantidade de gordura nas carcaças de suínos (OSTROWSKA *et al.*, 1999).

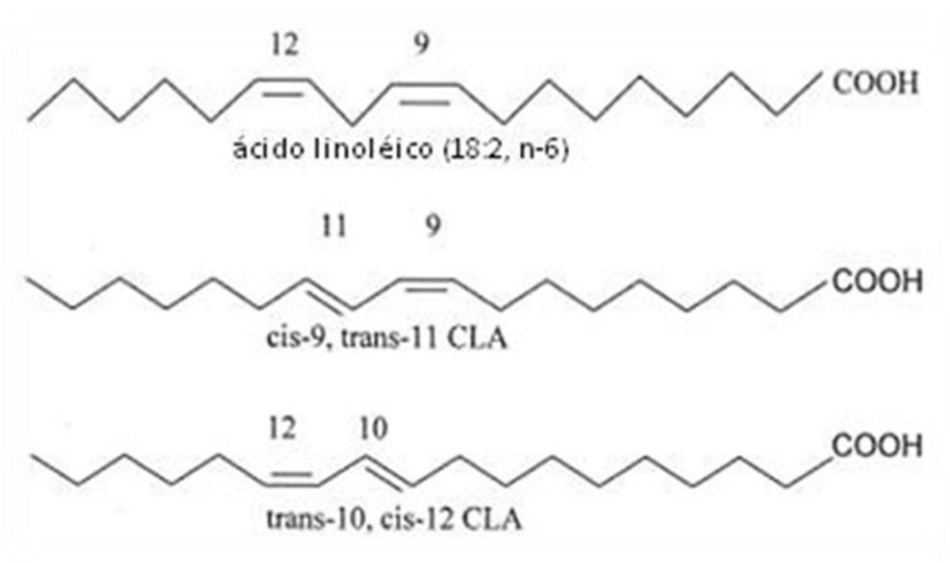


FIGURA 3. Estrutura bioquímica do Ácido Linoleico Conjugado
Fonte: ALAN - Archivos Latinoamericanos de Nutrición

As maiores fonte de CLA são os produtos oriundos da carne e leite dos ruminantes. Também é possível encontrar CLA em alguns óleos vegetais, porém em menor quantidade.

Os produtos oriundos de ruminantes possuem maior teor de CLA, devido ao processo de fermentação que ocorre no rúmen. No rúmen por ação de bactérias (Figura 4) ocorre a isomeração do ácido linoleico em CLA, ou seja, o cis-9, trans-12 (18:2) se torna cis-9, trans-11(18:2). Após este processo ocorre a dupla ligação no

delta 9, obtendo o ácido vacênico trans-11 (18-1), sendo posteriormente hidrogenado a ácido esteárico (18-0). Durante todo esse processo uma parte do ácido vacênico e o CLA desvia-se da hidrogenação passando a ser absorvidos no intestino e direcionados aos tecidos musculares. Assim se explica a presença do CLA na carne bovina. Já no leite (Figura 4), 60% do CLA está presente devido à conversão do ácido vacênico pela ação das enzimas delta 9-desaturase (GNADING *et al.*, 2003; POLLARD *et al.*, 1980).

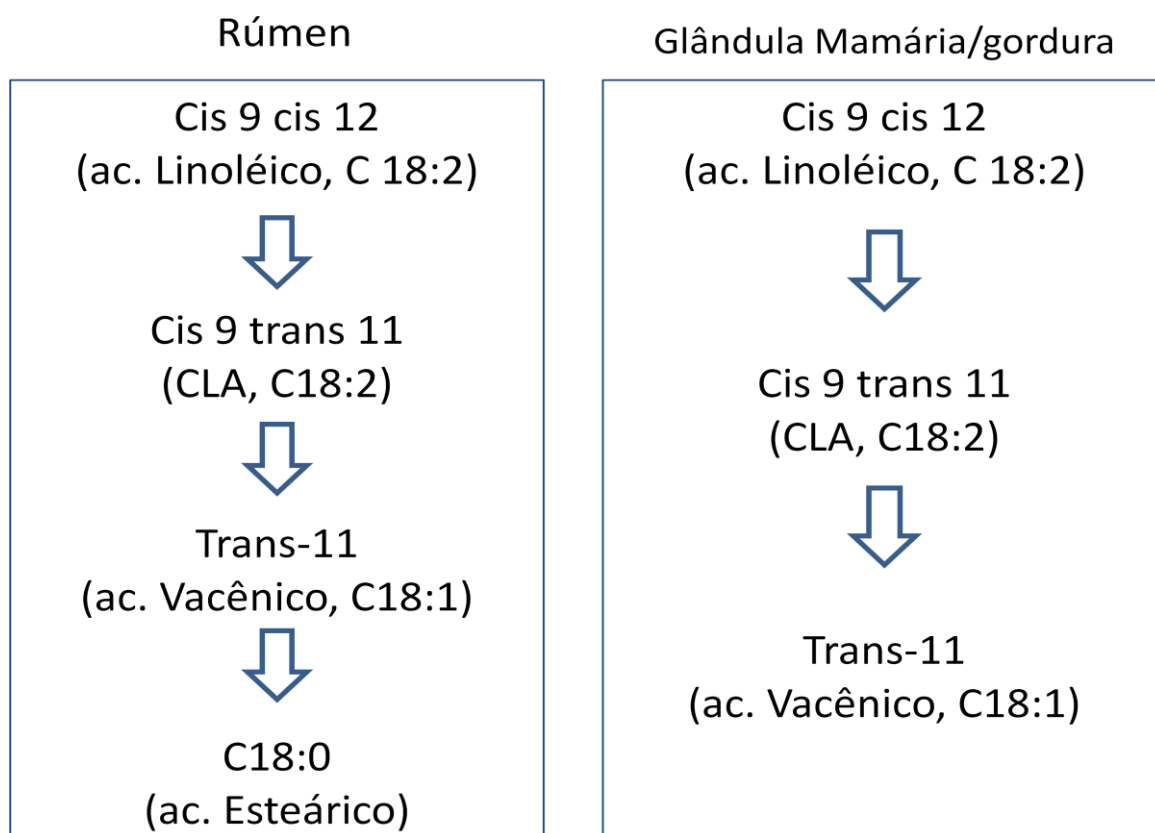


FIGURA 4 – Via metabólica proposta para biossíntese do cis9 trans11 no rúmen e na glândula mamária/gordura (adaptado CHOUINARD *et al.* 1999).

O processo de produção do CLA pode ser obtido a partir do aquecimento do óleo de girassol, a altas pressões, onde passa por um processo de transesterificação, conjugação e é formado, como apresentado na figura 5.

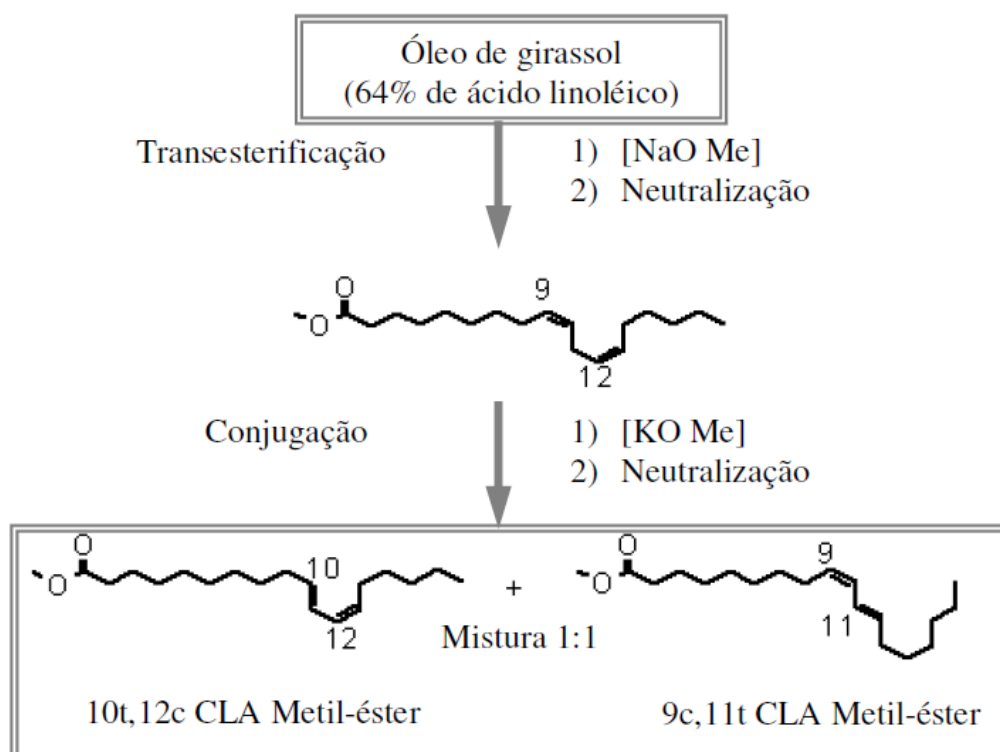


FIGURA 5 - Processo de produção do ácido linoleico conjugado (Isômeros trans 10 cis 12 e cis 9 trans 11) (Adaptado FRANCO, 2007).

Os níveis de CLA em leite e carne podem ser influenciados pela alimentação dos animais e composição microbiana ruminal. Quando se eleva o teor de ácido linoléico e a biohidrogenação na dieta aumentam a concentração do CLA e ácidos graxos trans monoinsaturados também se eleva (FUNK *et al.*, 2006).

Para o suíno, por pertencer a classe de animais não ruminantes, faz necessário à suplementação deste ácido graxo pela dieta, uma vez que ao passar pelo trato gastrintestinal não ocorre alteração em suas estruturas (RULE *et al.*, 1995).

Estudos designam a utilização de CLA como fonte aditiva nas dietas para suínos (DUGAN *et al.*, 2004). Contudo, os resultados obtidos são pouco conclusivos, devido à maioria dos experimentos realizados com CLA terem sido feitos com camundongos ou *in vitro* (ANDRETTA *et al.*, 2009).

2.3.1 Efeitos do ácido linoleico conjugado em suínos

2.3.1.1 Efeitos sobre desempenho

A utilização de CLA em diferentes porcentagens (1 a 2%) nas dietas de suínos apresentou efeitos positivos no consumo de ração (CR) e ganho de peso (GP) (WIEGAND *et al.*, 2001; WEBER *et al.*, 2006). De forma contrária, Weber *et al.* (2001), trabalhando com os mesmos níveis de inclusão de CLA nas dietas, não observaram melhoras no CR e no GP. A inclusão de CLA na dieta de suínos demonstrou que os resultados variam sobre o ganho de peso, características e qualidade da carne e carcaça (DUGAN *et al.*, 2004).

Os resultados positivos no CR em relação a diferentes níveis de CLA nas dietas pode ter relação entre o CLA (*trans*-10, *cis*-12) e os diferentes teores plasmáticos de leptina (SANTOS-ZAGO *et al.*, 2008). A leptina é uma proteína circulante sintetizada no tecido adiposo, e posteriormente lançada no plasma. A leptina está envolvida na manutenção de glicose sérica, por ter uma relação diretamente proporcional aos níveis de insulina. O CLA afeta a sensibilidade insulínica, reduzindo os níveis de leptina no plasma.

A resistência insulínica é definida pela perda parcial ou completa da capacidade dos tecidos em corresponderem a insulina (MORALES *et al.*, 2003). A quantidade de leptina secretada no plasma é proporcional a massa de tecido adiposo, quanto maior o adipócito maior a concentração de leptina no plasma. Esta proteína possui papel importante na ingestão alimentar, pois quando a concentração de leptina no plasma aumenta, induz a uma redução do apetite dos animais (PELLEYMOUNTER *et al.*, 1995).

Além de avaliar o CR, existem muitos estudos que avaliaram também a eficiência alimentar dos animais quando se utilizava CLA nas dietas. Weber *et al.* (2006) não observaram alterações significativas na eficiência alimentar quando se utilizou 1 % de CLA nas dietas. Todavia, Wang & Jones, (2004) e Andretta *et al.* (2009), associaram o uso do CLA a melhora na eficiência alimentar de suínos.

Thiel-Cooper *et al.* (2001), trabalhando com suínos suplementados com CLA (60,5% do total de AG), obtiveram aumento linear para o ganho de peso médio diário com concentrações de CLA variando de 0 a 1% da dieta, sem que ocorresse interferência no consumo de ração.

2.3.1.2 Efeitos sobre a carcaça e qualidade de carne

O tecido adiposo é uma fonte de reserva energética para os animais. Essa reserva é principalmente composta por triacilgliceróis, sendo que o acúmulo de reservas energéticas ocorre desde que tenha um balanço positivo entre síntese e degradação lipídica.

O CLA age em processos fisiológicos e bioquímicos do corpo, entre eles a mobilização e armazenagem de lipídeos (ZANINI *et al.*, 2008). O CLA possui efeitos sobre a composição corporal, isso acontece devido ao comando da expressão gênica, com envolvimento dos pré-adipócitos em determinadas células maduras (CORINO *et al.*, 2003). Dessa forma, o mecanismo de diferenciação dos pré-adipócitos estaria associado com a atenuação da lipogênese ativando a oxidação de ácidos graxos em um nível mais elevado, tanto nos tecidos adiposos quanto nos músculos (SANTOS-ZAGO *et al.*, 2008).

Um ponto crucial que influencia na qualidade tanto da carne quanto no rendimento de carcaça é a nutrição dos suínos desde o nascimento ao abate. De uma forma geral, o nível de CLA presente na carne de suínos é muito baixo, mas pode ser elevado quando se fornece de 1 a 5% de CLA na dieta no período de quatro semanas que antecedem ao abate. É possível observar que elevando os níveis de CLA na dieta acima de 5%, acarretara acréscimo da gordura intramuscular (JOO *et al.*, 2002).

O CLA possui aplicação na constituição das carcaças devido ao acréscimo de deposição de tecido magro e perda da gordura (Figura 6) (WANG & JONES, 2004). Os suínos em crescimento necessitam desse tecido para seu completo desenvolvimento. Dugan *et al.* (1999), avaliando a suplementação de 2% CLA e 2% de óleo de girassol, observaram em suínos de 61,5 a 106 Kg aumento de 2,3% na deposição de tecido magro, redução de 6,8% de gordura subcutânea e 3 - 4,7% a mais de lipídeos totais, ocorrendo um incremento de CLA no tecido adiposo em relação ao grupo controle e sem interferir no sabor e na qualidade da carne suína. Ostrowska *et al.* (2003), ao suplementarem suínos em crescimento com CLA (55% do total AG), utilizando a técnica de raio-X de dupla energia observaram um aumento na deposição de tecido magro e redução de até 33% de gordura na carcaça.

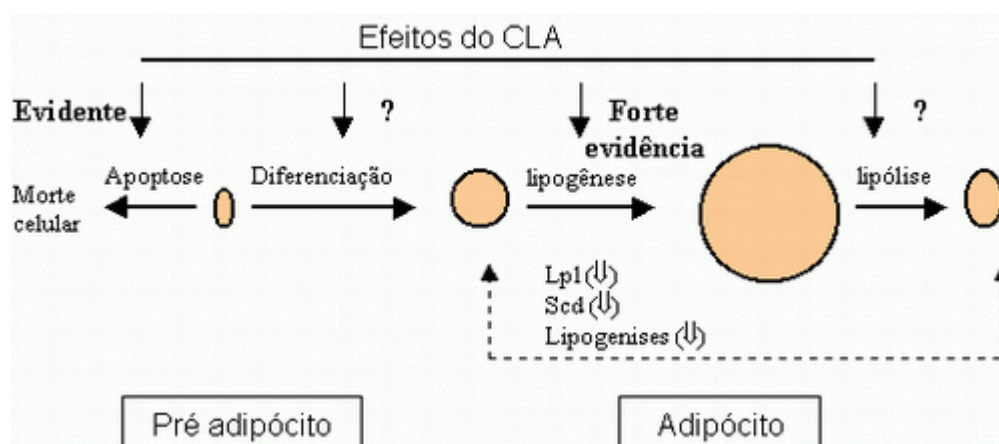


FIGURA 6 - Esquema para os efeitos do ácido linoleico conjugado (CLA) *trans*-10, *cis*-12, sobre os adipócitos e pré-adipócitos. Onde: Lpl = Lipase lipoproteica, Scd = Esteroil CoA dessaturase (PARIZA *et al.*, 2001).

A utilização de CLA nas dietas para suínos em terminação resultou em aumento de 9% do conteúdo da carne magra na carcaça com variação da espessura de toucinho sem que houvesse influência no desempenho e qualidade da carne (ANDRETTA *et al.*, 2009). Já Maganhini *et al.* (2007), também verificaram menor espessura de toucinho a medida que o teor de inclusão de CLA nas dietas aumentou. Estes resultados condizem com os encontrados por Surek *et al.* (2011), que em experimento com suínos suplementados com CLA obtiveram maior GPD, maior rendimento de carcaça e maior deposição de carne magra sem que a capacidade de retenção de água do músculo fosse alterada.

Segundo Dunshean *et al.* (1998), marrãs suplementadas com CLA via dieta (variando de 0 a 1%) obtiveram menor espessura de toucinho, sem alterar a quantidade de ração ingerido e beneficiando a CA e o GPD. Já Bee (2000), observou que ao se utilizar o CLA a 2% na dieta de marrãs em gestação e lactação, sendo essa fonte responsáveis por 59% do total dos ácidos graxos presentes na ração, os leitões desmamados dessas matrizes obtiveram maior GPD pós-desmame, quando comparados com matrizes alimentadas apenas com o ácido linoleico.

Porém, estudos demonstram que a inclusão de CLA nas dietas de suínos deve ser limitada. Wallace *et al.* (2007) constataram alteração no ponto de fusão da gordura subcutânea, quando ministrado valor acima de 0,035 de MJ/MJ de energia digestível (ED), isso interferiu de modo negativo na qualidade da carne.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, D.B.; VEENHUIZEN, E.L.; WAITT, W.P. et al. **The effect of dietary protein on nitrogen metabolism, growth performance and carcass composition of finisher pigs fed ractopamine.** Federation Proceedings, v.46, p1021, 1987.

ANDRETTA, I.; LOVATTO, P.A.; LEHNEN, C.R.; HAUSCHILD, L.; ROSSI, C.A.R. **Meta-análise do uso de ácido linoleico conjugado na alimentação de suínos.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.44, n.7, p.754-760, jul. 2009

APPLE, J.K.; MAXWELL, C.V.; BROWN, D.C. et al. Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3277-3287, 2004.

ARAÚJO, T.S. **Efeito da ractopamina sobre o metabolismo de suínos em fase de terminação.** 2012. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, MG.

ASSOCIAÇÃO BARSILEIRA DA INDUSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA - ABIPECS. Disponível em: <http://www.abipecs.com.br/>. Acesso em: 24 de Abr. 2015.

BEE, G. Dietary conjugated linoleic acids clatter adipose tissue and milk lipids of pregnant and lactating sows. **Journal of Nutrition**, v.130, p.2995-2998, 2000.

BERG, E. **Pork Composition and Quality Assessment Procedures.** Ed. National Pork Board, Des Moines, Iowa, 42p., 2000.

BERGEN, W.G.; JOHNSON, S.E.; SKJAERLUND, D.M. et al. Muscle protein metabolism in finishing pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.67, p.2255-2262, 1989.

BRIDI, M.A. et al. Efeito do genótipo e de diferentes sistemas de produção na qualidade de carne suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1362-1370, 2003.

BUDIÑO, F.E.L.; THOMAZ, M.C.; NEME, R. et al. Desempenho e características de carcaça de suínos em terminação recebendo diferentes níveis e marcas comerciais de cloridrato de ractopamina. **Boletim de Indústria Animal**, v.62, n.3, p.245-250, 2005.

CANTARELLI, V.S. **Ractopamina para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita.** 2007. 108p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, MG.

CHOINARD, P. Y; BAUMAN, D. E., BAUMGARD, C.; BAUMGARD, L. H.; MCGUIRE, M. A.; GIESY, J. G. **An update on conjugated linoleic acid.** In: Proceedings of the 1999 Cornell Nutrition Conference for feed manufacturers. 61th Meeting. P.93-101, 1999.

CORINO, C.; MAGNI, S.; PASTORELLI, G.; ROSSI, R.; MOUROT, J. Effect of conjugated linoleic acid on meat quality, lipid metabolism, and sensory characteristics of dry-cured hams from heavy pigs. **Journal of Animal Science**, v.81, p.2219-2229, 2003.

DONOVAN D.C.; SCHINGOETHE D.J.; BAER R.J.; et al. Influence of dietary fish oil on conjugated linoleic acid and other fatty acids in milk fat from lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n. 11, p. 2620–2628, 2000.

DUGAN, M. E. R., AALHUS, J. L., JEREMIAH, L. E., KRAMER, J. K. G., SCHAEFER, A. L. The effects of feeding conjugated linoleic acid on subsequent pork quality. **Canadian Journal of Animal Science**. 79: 45–51, 1999.

DUGAN, M.E.R.; AALHUS, J.L.; KRAMER, J.K.G. Conjugated linoleic acid pork research. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, p.1212-1216, 2004. Disponível em: <http://ajcn.nutrition.org/content/79/6/1212S.short>. Acesso: 15 de Outubro de 2014.

EIKELENBOOM, G. & BOLINK, A. H. Effects os feed with drawl before delivery on pork quality and carcass yield. **Meat Science**. 29: 25–30, 1991.

FAUCITANO, L. **Influência do período ante-mortem sobre o bem-estar e a qualidade da carne suína**. In: Terra, N.N. Apontamentos de Tecnologia de Carnes. Editora UNISINOS. 216p. 1998.

GNADIG, S., XUE, Y. B., BERDEAUX, O., CHARDIGNY, J. M., SEBEDIO, J. L. **Conjugated linoleic acid as a functional ingredient dans**. In: Mattila-Sandholm, T., Saarela, M. (eds). Functional dairy products, Cambridge: Woodhead Publishing Limited. p. 263-298, 2003.

JOO, S.T.; LEE, J.I.; HA, Y.L. et al. Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition, lipid oxidation, color, and water-holding capacity of pork loin. **Journal of Animal Science**, v.80, p.108-112, 2002.

KELLY, G. S. Conjugated linoleic acid (CLA): a review. **Alternative Medicine Review**, v. 6, n. 4, p. 367-382, 2001.

LIU, C.Y.; BOYER, J.L.; MILLS, S.E. Acute effects of beta-adrenergic agonists on porcine adipocyte metabolism in vitro. **Journal Animal Science**, v.67, p.2930-2936, 1989.

MARINHO, P.C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O. et al. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1061-1068, 2007.

MERKEL, R.A.; DICKERSON, P.; JOHNSON, S. et al. The effect of ractopamine on lipid metabolism in pigs. **Journal of Animal Science**, v.68, sup. 1, p.336, 1987.

MILLS, S.E. Biological basis of the ractopamine response. **Journal of Animal Science**, v.80, p.E28-E32, 2002. Disponível em: <http://jas.fass.org/cgi/reprint/80/E-Suppl_2/E28>.

MOODY, D. E.; HANCOR, D. L.; ANDERSON, D. B. Phenethanolamine repartitioning agents. In: MELLO, J. P. F. D. **Farm animal metabolism and nutrition**, v. 4, p.66-95, 2000.

OSTROWSKA, E.; MURALITHARAN, M.; CROSS, R.F.; et al. Dietary Conjugated Linoleic Acids Increase Lean Tissue and Decrease Fat Deposition in Growing Pigs. **Journal of Nutrition**. 129: 2037–2042, 1999.

OSTROWSKA, E.; SUSTER, D.; MURALITHARAN, M.; CROSS, R.F.; LEURY, B.J.; BAUMAN, D.E.; DUNSHEA, F.R. Conjugated linoleic acid decreases fat accretion in pigs: evaluation by dual-energy X-ray absorptiometry. **British Journal of Nutrition**, v.89, p.219-229, 2003.

PARIZA, M.W. et al. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. **Progress in Lipid Research**, v.40, p.283-298, 2001. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11412893>>. Acesso em: 15 out. 2014.

PELLEYMOUNTER, M.A., CULLEN, M.J., BAKER, M.B., HECHT, R., WINTERS, D., BOONE, T., COLLINS, F. Effects of the obese gene product on body weight regulation in ob/ob mice. **Science**, v.269, p.540-543, 1995.

POLLARD, M. R.; GUNSTONE, F. D.; JAMES, A. T.; MORRIS, L. J. **Lipids**. Champaign, v. 15, p. 306-314, 1980.

POZZA, P.C.; NUNES, R.V.; SANTOS, M.S. et al. Efeito da Ractopamina sobre o desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados na fase de terminação. CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EMSUÍNOS, 11., 2003, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABRATES, 2003. p.289-290.

ROSA, R. A. **Ractopamina para suínos em terminação**. 2009. 21p. Revisão de literatura apresentada como parte das exigências da disciplina Seminário I. (Mestrando em Zootecnia) – Curso de graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande - MS.

RULE, D.C. BUSBOOM, J.R. KERCHER, C.J. Effect of dietary canola on fatty acid of bovine adipose tissue, muscle, kidney, and liver. **Journal of Animal Science**, v.72, p. 2735-2744, 1995.

SANTOS-ZAGO, L.F.; BOTELHO, A.P.; OLIVEIRA, A.C. de. Os efeitos do ácido linoléico conjugado no metabolismo animal: avanço das pesquisas e perspectivas para o futuro. **Revista de Nutrição**, v.21, p.195-221, 2008.

SCHINCKEL, A. P.; EINSTEIN, M. E.; HERR, C. T.; et al. Development of models to describe the weekly response of ractopamine. **Journal of Animal Science**. Suppl. 2001.

SILVA, M.L.F.; WOLP, R.C; AMARAL, N.O.; CARVALHO JÚNIOR, F.M.; PEREIRA, L.M.; RODRIGUES, V.V.; FIALHO, E.T. Efeito da ractopamina em rações com diferentes níveis de lisina sobre as características de carcaça de suínos machos castrados e fêmeas. Pork Expo & IV Fórum Internacional de Suinocultura. **Anais**. p.111-113, 2008.

SMITH, D.J. The pharmacokinetics, metabolism, and tissue residues of beta-adrenergic agonists in livestock. **Journal of Animal Science**, v.76, p. 173-194, 1998.

SUREK, D.; MAIORKA, A.; OLIVEIRA, S.G.; et al. Ácido linoléico conjugado na nutrição de suínos sobre desempenho zootécnico, características de carcaça e rendimentos de cortes. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.41, n.12, p.2190-2195. 2011.

THIEL-COOPER, R.L. et al. Conjugated linoleic acid changes swine performance and carcass composition. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1821-1828, 2001.

WALLACE, R.J.; MCKAIN, N.; SHINGFIELD, K.J.; DEVILLARD, D. Isomers of conjugated linoleic acids are synthesized via different mechanisms in ruminal digesta and bacteria. **Journal of Lipid Research**, v.48, p. 2247-2254, 2007.

WANG, Y.W.; JONES, P.J.H. Dietary conjugated linoleic acid and body composition. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, p.1153-1158, 2004.

WEBER, T.E.; SCHINCKEL, A.P.; HOUSEKNECHT, K.L.; RICHERT, B.T. Evaluation of conjugated linoleic acid and dietary antibiotics as growth promotants in weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2542-2549, 2001.

WEBER, T.E.; RICHERT, B.T.; BELURY, M.A. et al. Evaluation of the effects of dietary fat, conjugated linoleic acid, and ractopamine on growth performance, pork quality, and fatty acid profiles in genetically lean gilts. **Journal of Animal Science**, v.84, n.3, p.720-732, 2006.

XIAO, R.J.; XU, Z.R.; CHEN, H.L. Effects of ractopamine at different dietary protein levels on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, p.119-127, 1999.

XIONG, Y.L.; GOWER, M.J.; LI, et al. Effect of dietary ractopamine on tenderness and post-mortem protein degradation of pork muscle. **Meat Science**, 73, p.600-604, 2006.

ZANINI, S.F.; VICENTE, E.; COLNAGO, G.L.; PESSOTTI, B.M.S.; SILVA, M.A. Manipulation of the fatty acids composition of poultry meat and giblets by dietary inclusion of two oil sources and conjugated linoleic acid. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, p.1388-1398, 2008.

CAPÍTULO II - NÍVEIS DE RACTOPAMINA E ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO

RESUMO

A utilização de aditivos que buscam melhorar a qualidade do produto final é de grande importância para a cadeia produtiva. Portanto, o objetivo foi avaliar o impacto da associação da RAC e o CLA sobre o desempenho zootécnico em suínos selecionados geneticamente para maior deposição de carne magra na fase de terminação. Foram utilizados 765 suínos machos castrados híbridos comerciais, com peso médio de 80 kg e idade de 115 dias. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 3 x 3 - três níveis de RAC (0, 5 e 10 ppm), três níveis de CLA (0; 0,3 e 0,6%), sendo 9 tratamentos, 5 repetições, com 17 animais por baia, sendo cada baia considerada uma unidade experimental. Aos 142 dias os animais foram pesados para assim determinar o consumo de ração médio diário (CRD), ganho de peso médio diário (GPD) e da conversão alimentar (CA). Para análises de característica quantitativas de carcaça foram selecionados 15 animais por tratamento para avaliação de área de olho de lombo (AOL) e espessura de toucinho (ET). O consumo de ração foi menor quando os animais receberam 10 ppm de RAC. Os animais que receberam RAC (5 e 10 ppm) apresentaram melhor GPD, tendo em média um ganho de 148 g d^{-1} e 173 g d^{-1} superiores ao controle. A CA também foi melhor que o grupo controle (2,57 vs. 2,71 vs. 3,05). Os animais que receberam CLA (0,3 e 0,6%) apresentaram menor CMR em relação ao controle (sem CLA) (2,73 vs. 2,75 vs. 2,86 kg d^{-1}). A CA foi melhor nos animais que receberam CLA em relação ao controle (3,03 vs. 3,03 vs. 3,09). Houve efeito de interação de CLA e RAC para peso vivo. Para avaliação de qualidade de carcaça, houve efeito de interação de CLA e RAC para área de olho de lombo e espessura de toucinho. A utilização de 10 ppm de RAC na dieta de suínos em terminação melhorou o desempenho dos animais. O uso do CLA na dieta de suínos em terminação com 0,6% proporcionou melhor CA. A associação da RAC e do CLA na dieta resultou um aumento no peso vivo dos suínos em terminação, principalmente quando utilizado 10 ppm de RAC e 0,6% de CLA. Para as características de carcaça a associação de 0,3 % de CLA e 10 pmm de RAC aumento área de olho de lombo e reduziu a espessura de toucinho.

Palavras chaves: Características de carcaça; Consumo de ração; Conversão alimentar; Deposição de carne magra; Espessura de toucinho.

RACTOPAMINE AND CONJUGATED LINOLEIC ACID LEVELS FOR SWINES ON THE FINISHING STAGE

ABSTRACT

The use of additives that seeks to improve the quality of the final product is of great importance for the supply chain. Therefore, the objective was to evaluate the impact of the association of RAC with the CLA on the growth performance in pigs genetically selected for greater deposition of lean meat in the finishing phase. A total of 765 castrated male pigs commercial hybrids were used, with an average weight of 80 kg and age of 115 days. The animals were distributed in block randomized design, factorial 3 x 3 arrangement - three levels of RAC (0, 5 and 10 ppm), three levels of CLA (0; 0.3 and 0.6% CLA), with 9 treatments, 5 repetitions, 17 animals per pen, with pen is considered an experimental unit. The 142 days, the pigs were weighed to determine the average daily feed intake (ADFI), average daily weight gain (ADG) and feed conversion (FC). For quantitative carcass trait analyzes were selected 15 animals per treatment for evaluation of loin eye area and back fat depth. The ADFI was lower when the pigs received 10 ppm of RAC. The animals that received RAC (5 and 10 ppm) presented the best ADG, 148 g d⁻¹ and 173 g d⁻¹ higher than the control group. The FC was also better than the control group (2.57 vs. 2.71 vs. 3.05). The animals fed diets with CLA (0.3 and 0.6%) presented smaller ADFI that the control (without CLA) (2.73 vs. 2.75 vs. 2.86 kg d⁻¹). The FC was better in animals that received CLA in relation to the control group (3.03 vs. 3.03 vs. 3.09). There was interaction effect of CLA and RAC for live weight. For the evaluation of carcass quality, there was interaction of CLA and RAC for loin eye area and back fat depth. The use of RAC 10 ppm in the diet of pigs termination improved animal performance. The use of CLA in swine diets finishing with 0.6% provided better FC. The association of RAC and the CLA in the diet resulted in an increase in live weight of finishing pigs, especially when used 10 ppm RAC and 0.6% CLA. For carcass characteristics the combination of 0.3% CLA and 10 pmm RAC increased loin eye area and reduced back fat depth.

Key-words: Carcass characteristics; Feed intake; Feed conversion; Deposition lean meat; Back fat depth.

1 INTRODUÇÃO

A carne suína é uma importante fonte de proteína animal na cadeia de produção, sendo a mais consumida no mundo. O Brasil possui papel importante nessa cadeia produtiva, sendo o quarto maior produtor e exportador mundial (ABIPECS, 2014). Os consumidores estão sempre em busca de produtos de maior qualidade e saudáveis. Aditivos para alimentação animal têm sido estudados por apresentarem propriedades na melhora da eficiência alimentar e alteração na composição da carcaça, especialmente por meio da diminuição da deposição de gordura (FÍGARES *et al.*, 2007). A ractopamina (RAC) é um β -adrenérgicos agonistas, que tem sua eficiência comprovada na produção de suínos (APPLE *et al.*, 2008), atuando principalmente nos metabolismos proteico, lipídico e dos carboidratos, redirecionando os nutrientes da dieta e favorecendo a síntese proteica em detrimento da deposição de tecido adiposo na carcaça. A utilização da RAC na dieta de suínos deve ser feita com cautela, investigando o destino final do produto. Essa ação se justifica pelo fato de países como a União Européia, Rússia e China proibiram a utilização dessa substância, bem como a importação de carne oriunda de animais suplementados com RAC.

Outro aditivo que pode ser utilizado é o ácido linoleico conjugado (CLA), o termo é utilizado para designar uma mistura de isômeros geométricos e posicionais do ácido linoleico (C18:2) que contém duas duplas ligações conjugadas (DONAVAN *et al.*, 2000), atuando sobre a atividade lipoproteica periférica, esterioil-CoA desaturase, acetil CoA oxidase, leptina e ativar os receptores da proliferação de peroxissomos (KHOSLA & FUNGWE, 2001; KAMPHUIS *et al.*, 2003). Pariza *et al.* (2001), avaliando o uso de CLA em dietas para suínos e seu impacto sobre o estado imunológico e da quantidade de tecido muscular, observou um maior ganho de peso, melhor conversão alimentar, menor ativação do sistema imunológico e melhor qualidade de gordura, melhorando as características de carcaça.

Segundo Pompeu *et al.* (2012), a utilização de RAC associada com CLA em dietas de suínos alimentados com DDGS aumentou significativamente a qualidade da carne e reduziu a deposição de gordura na carcaça. No entanto, ainda são poucos os estudos que avaliaram a utilização da associação de CLA com RAC em dietas a base de milho e soja e sob condições de clima tropical. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar o impacto da associação da RAC com o

CLA sobre o desempenho zootécnico em suínos selecionados geneticamente para maior deposição de carne magra na fase final de terminação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CETEA) da Universidade Federal do Paraná – UFPR, Setor de Ciências Agrárias sob o número 060/2014.

O experimento foi conduzido nas instalações experimentais de terminação da granja de suínos da fazenda PENALVA localizada na cidade de Juiz de Fora, no estado de Minas Gerais, durante os meses de Agosto e Setembro de 2015.

Animais e delineamento experimental

Foram utilizados 765 suínos machos castrados híbridos comerciais da linhagem TOPIGS 20*TOPPI selecionados para deposição de carne, com peso médio de 80 kg (± 5 kg) e idade média de 115 dias (± 5 dias). Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 3 x 3 - três níveis de RAC (0, 5 e 10 ppm), 3 níveis de CLA (0; 0,3 e 0,6% CLA) – com cinco repetições e dezessete animais por unidade experimental. Na formação dos blocos foi levado em consideração o peso (leve ± 75 kg, médio ± 80 kg e pesado ± 84 kg) dos animais e a unidade experimental foi representada pela baia.

Tratamentos experimentais

Os tratamentos (tabela 1) foram constituídos de nove rações com três níveis diferentes de inclusões de RAC (RacTop®, HERTAPE CALIER) e CLA (LUTALIN®, BASF), em substituição ao amido. A RAC utilizada era composto por cloridrato de ractopamina a 10%. Já o CLA utilizado era composto de 56% de éster de metil de ácido linoleico conjugado, proporção de isômeros de 1:1 (cis-9, trans-11; trans-10, cis-12). As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja e suplementadas com minerais, vitaminas e aminoácidos industriais para atender às exigências dessa categoria animal, de acordo com as Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (2011).

Tabela 1 – Tratamentos experimentais

Níveis de Ractopamina (ppm)	Níveis de Ácido Linoleico Conjugado (%)		
	0	0,3	0,6
0	1	2	3
5	4	5	6
10	7	8	9

Em todas as rações foram verificadas as relações entre os aminoácidos essenciais com a lisina digestível, a fim de assegurar que nenhum aminoácido fosse limitante. Na avaliação das relações aminoacídicas foram utilizadas aquelas preconizadas pelas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (2011) na proteína ideal, para animais em terminação. A formulação das rações experimentais está apresentada na Tabela 2.

Durante todo o período experimental (27 dias), foi fornecido no máximo 3 kg de ração por animal/dia e a água fornecida à vontade aos animais. As rações, sobras e/ou desperdícios foram pesados diariamente. Os animais pesados foram pesados juntos e utilizado a média de peso da baia, no início do período experimental (115 dias de idade) e no final do período experimental (142 dias de idade). Para determinação do consumo de ração médio diário (CRD), do ganho de peso médio diário (GPD) e da conversão alimentar (CA).

Os animais foram alojados em baias com piso de concreto e paredes de alvenaria, dotadas de comedouro semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta, localizadas em galpão coberto com telhas de fibrocimento. As condições ambientais no interior do galpão foram monitoradas diariamente por meio de termômetro de máxima e mínima, mantido em uma baia vazia no centro do galpão, a meia altura do corpo dos animais. A temperatura média ambiente mínima e máxima registrada durante o período experimental foi de 14,3°C e 25,3°C, respectivamente.

Tabela 2 – Composição percentual e calculada das rações experimentais

Ingredientes	Diets Experimentais								
	0 ppm	0 ppm	0 ppm	5 ppm	5 ppm	5 ppm	10 ppm	10 ppm	10 ppm
	Rac	Rac	Rac	Rac	Rac	Rac	Rac	Rac	Rac
	0%	0.3%	0.6%	0%	0.3%	0.6%	0% CLA	0.3%	0.6%
	CLA	CLA	CLA	CLA	CLA	CLA		CLA	CLA
Milho	70.693	71.055	71.428	70.206	70.617	70.984	68.280	68.629	69.080
Farelo de soja 46%	21.880	21.880	21.880	21.847	21.847	21.847	23.678	23.678	23.678
Casca de soja	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Óleo de palma	0.900	0.538	0.166	0.778	0.367	0.000	0.800	0.451	0.000
Amido	1.000	0.500	0.000	1.000	0.500	0.000	1.000	0.500	0.000
Lutalin® ¹	0.000	0.500	1.000	0.000	0.500	1.000	0.000	0.500	1.000
Ractopamina	0.000	0.000	0.000	0.025	0.025	0.025	0.050	0.050	0.050
Sal comum	0.330	0.330	0.330	0.330	0.330	0.330	0.330	0.330	0.330
Calcário	0.565	0.565	0.565	0.565	0.565	0.565	0.565	0.565	0.565
Fosfato bicálcico	0.221	0.221	0.221	0.221	0.221	0.221	0.221	0.221	0.221
L-lisinaHCl	0.000	0.000	0.000	0.330	0.330	0.330	0.342	0.342	0.342
DL-metionina	0.000	0.000	0.000	0.105	0.105	0.105	0.127	0.127	0.127
L-treonina	0.000	0.000	0.000	0.150	0.150	0.150	0.160	0.160	0.160
L-triptofano	0.000	0.000	0.000	0.033	0.033	0.033	0.036	0.036	0.036
Premix Mineral ³	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160
Premix Vitaminico ⁴	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Antibióticos ⁵	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada ⁶									
EM (Mcal/kg)	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220	3.220
PB (%)	15.71	15.74	15.77	16.17	16.20	16.23	16.84	16.87	16.90
Lisina dig. (%)	0.680	0.680	0.680	0.930	0.930	0.930	0.980	0.980	0.980
SID Met. + Cis. dig. (%)	0.490	0.490	0.490	0.590	0.590	0.590	0.630	0.630	0.630
SID Treonina dig. (%)	0.510	0.510	0.510	0.650	0.650	0.660	0.680	0.690	0.690
SID Triptofanodig. (%)	0.140	0.140	0.140	0.170	0.170	0.170	0.190	0.190	0.190
SID Valina dig. (%)	0.660	0.660	0.670	0.660	0.660	0.660	0.690	0.690	0.690
Sódio (%)	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160
Cálcio (%)	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
Fosforo digestível (%)	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210
Fitase (FTU/kg)	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Ractopamina (ppm)	0	0	0	5	5	5	10	10	10
CLA (%)	0.000	0.300	0.600	0.000	0.300	0.600	0.000	0.300	0.600

¹ Conteúdo/kg de produto: 60% CLA, veículo q.s.p. 1000g.

² Conteúdo/kg de produto: 20 g cloridrato de ractopamina, veículo q.s.p. 1000g.

³ Conteúdo/kg de produto: ferro (45.000 mg); cobre (37.000 mg); manganês (25.000 mg); zinco (35.000 mg); cobalto (300 mg); iodo (800 mg); selênio (120 mg) e veículo q.s.p. (1000 g).

⁴ Conteúdo/kilo de produto: vitamina A (3.000.000 UI); vitamina D3 (1.200.000 UI); vitamina E (7.500mg); vitamina K (1.250mg); vitamina B12 (7000mg); vitamina B2 (2.300mg); biotina (50 mg); pantotenato de Ca (6.000mg); niacina (10.000mg); colina (125g); promotor crescimento (50g); antioxidante (5.000mg); vitamina B1 (500g); vitamina B6 (1.000mg); ácido fólico (150 mg); e veículo q.s.p. 1.000 g.

⁵ Tylan 40®Premix – conteúdo/kg de produto: atividade de tilosina (como fosfato) 88g, veículo q.s.p. 1000g.

⁶ Composição nutricional calculada com base nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2011).

Características de carcaça

No início do período experimental e aos 27 dias de experimento os animais foram pesados. Após a última pesagem foram selecionados 15 animais por tratamento para avaliação da área de olho de lombo (AOL) e da espessura de toucinho (ET) por meio de aparelho de ultra-som (*Aloka SSD 500*). As imagens foram coletadas entre a décima e a décima primeira costela, por técnico devidamente treinado, conforme preconizado pelo National Swine Improvement Federation Guidelines.

Posteriormente, a partir das imagens obtidas, a AOL e a ET foram calculadas utilizando-se o programa computacional *BiosoftSwine* (*Biotronics Inc.*).

Análises Estatísticas

A baia foi considerada a unidade experimental para análise das variáveis de desempenho (CRD, GPD e CA). Quinze animais por tratamento, com peso mais próximo da média de cada tratamento, foram considerados como unidade experimental para as análises estatísticas de característica quantitativas de carcaça (AOL, ET). As análises de todos os parâmetros foram realizadas usando o modelo linear generalizado (GLM) do programa estatístico SAS (versão 9.2), considerando os níveis de RAC e CLA e as possíveis interações dos níveis de RAC x CLA como efeitos principais. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e considerados significativos ao nível de $P < 0,05$ pelo teste de tukey. Foram inseridos no modelo estatístico os efeitos de classificação dos pesos (leve, médio e pesado) e o peso inicial, como covariáveis.

3 RESULTADOS

Não se observou efeito de interação entre CLA x RAC aos 27 d para CMR ($P>0,05$). Os níveis de inclusão de RAC (5 e 10 ppm) nas dietas, influenciaram ($P<0,05$) o consumo dos animais aos 27 d. As dietas com os níveis de 0,3 e 0,6% de CLA e 0% de RAC, influenciaram ($P<0,01$) aos 27 d no CMR quando comparada a dieta controle (2,73 vs. 2,75 vs. 2,85 kg d⁻¹, respectivamente; Tabela 3).

Não se observou efeito de interação entre CLA x RAC aos 27 d para GPD ($P>0,05$). Os níveis de RAC influenciaram ($P<0,001$) o GPD aos 27 d onde os animais alimentados com dietas contendo RAC (5 e 10 ppm) apresentaram em média um ganho de 148 g d⁻¹ e 173 g d⁻¹ respectivamente superiores ao controle sem RAC (Tabela 3). Não se observou efeito ($P>0,05$) dos níveis de CLA no GPD dos animais aos 27 d.

Não se observou efeito de interação entre CLA x RAC aos 27 d para CA ($P>0,05$). A CA aos 27 d foi influenciada ($P<0,001$) pelo aumento do nível de RAC (10 e 5 ppm) sendo melhor de forma crescente ao grupo controle (2,57 vs. 2,71 vs. 3,05, respectivamente; Tabela 3). A CA também melhorou ($P<0,05$) aos 27 d com a inclusão de 0,6% de CLA em relação à dieta controle (2,70 vs. 2,84, respectivamente; Tabela 3), já na dieta com 0,3% de CLA a CA em comparação aos demais tratamentos. Aos 27 d os animais tiveram um desempenho semelhante quando comparado às dietas com CLA e a controle.

Houve interação entre CLA x RAC ($P<0,01$) nas dietas em relação ao peso vivo dos animais aos 27 d (Tabela 3). Os animais que receberam 10 ppm de RAC tiveram melhores resultados quando associados aos diferentes níveis de CLA (0,3 e 0,6%) (Gráfico 1).

Tabela 3. Desempenho de suínos machos castrados alimentados com diferentes níveis de Ractopamina (RAC) e Ácido Linoleico Conjugado (CLA) por 27 dias na fase de terminação

TRATAMENTOS		CONSUMO MÉDIO DE RAÇÃO	GANHO DE PESO DIÁRIO	CONVERSÃO ALIMENTAR	PESO VIVO
RAC 0 ppm	CLA 0%	2,86	0,928	3,09	104,07
	CLA 0,3%	2,72	0,896	3,03	103,19
	CLA 0,6%	2,66	0,877	3,03	101,68
RAC 5 ppm	CLA 0%	2,83	1,053	2,69	107,29
	CLA 0,3%	2,84	1,019	2,78	106,40
	CLA 0,6%	2,83	1,070	2,65	107,73
RAC 10 ppm	CLA 0%	2,86	1,046	2,74	107,10
	CLA 0,3%	2,70	1,057	2,56	107,41
	CLA 0,6%	2,70	1,115	2,42	108,89
RAC 0 ppm		2,74B	0,900B	3,05A	102,98
RAC 5 ppm		2,83A	1,048A	2,71B	107,14
RAC 10 ppm		2,75B	1,073A	2,57C	107,80
CLA 0%		2,85A	1,009	2,84A	106,15
CLA 0,3%		2,75B	0,991	2,79AB	105,66
CLA 0,6%		2,73B	1,020	2,70B	106,10
DPr		0,10	0,05	0,15	1,46
P RAC		0,0380	0,0001	0,0001	0,0001
P CLA		0,0030	0,2940	0,0450	0,3250
P RAC*CLA		0,1690	0,1340	0,1530	0,0030

CLA - efeito do ácido linoleico conjugado; RAC - efeito da Ractopamina e CLA x RAC - efeito de interação entre CLA e RAC

Médias seguidas de diferentes letras diferem entre si pelo Teste de Tukey $p < 0,05$. Em caso de interação as médias não diferem entre si.

¹ Desvio Padrão Residual

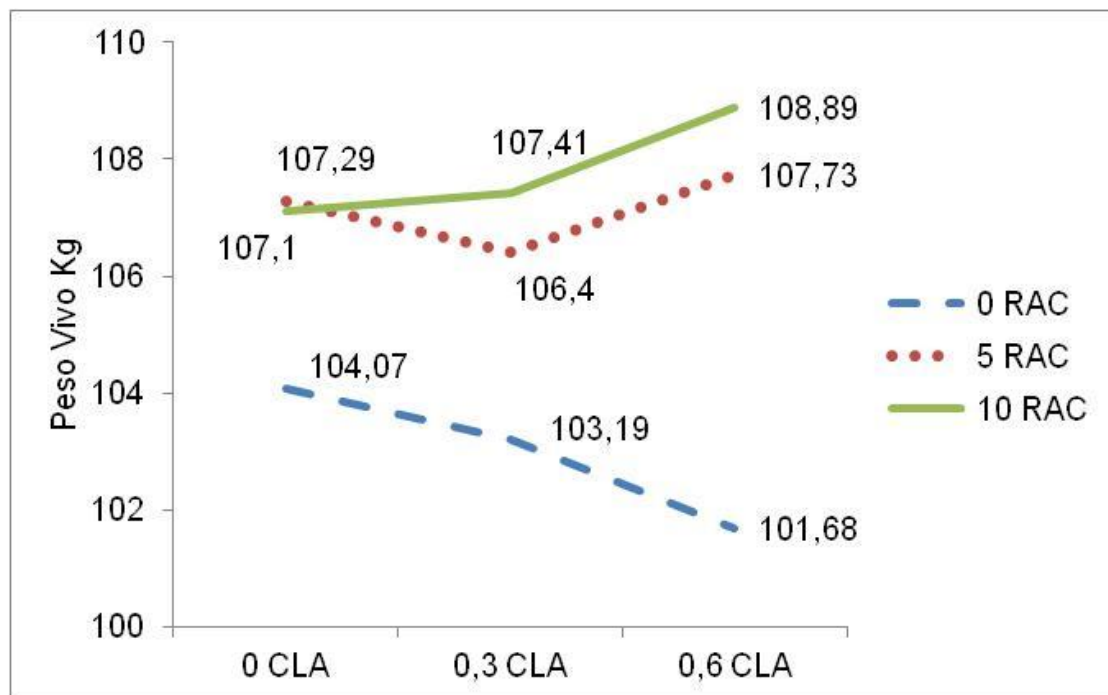


Gráfico 1. Peso Vivo de Suínos machos castrados recebendo diferentes níveis de Ractopamina (RAC) e Ácido Linoleico Conjugado (CLA) por 27 dias na fase de terminação

Foi observada interação significativa entre CLA e RAC nas variáveis de qualidade de carcaça dos suínos (Tabela 4). Observou-se que a adição de RAC e CLA nas dietas experimentais aumentou ($P<0,05$) a AOL (Gráfico 2) e reduziu ($P<0,05$) ET (Gráfico 3), tendo interação de CLA x RAC nos tratamentos. Também foi observado, os animais que receberam 10 ppm de RAC tiveram melhores resultados quando associados aos diferentes níveis de CLA (0,3 e 0,6%), sendo possível constatar que os animais recebendo esta dieta tiveram um maior ganho de proteína em relação a gordura deposita.

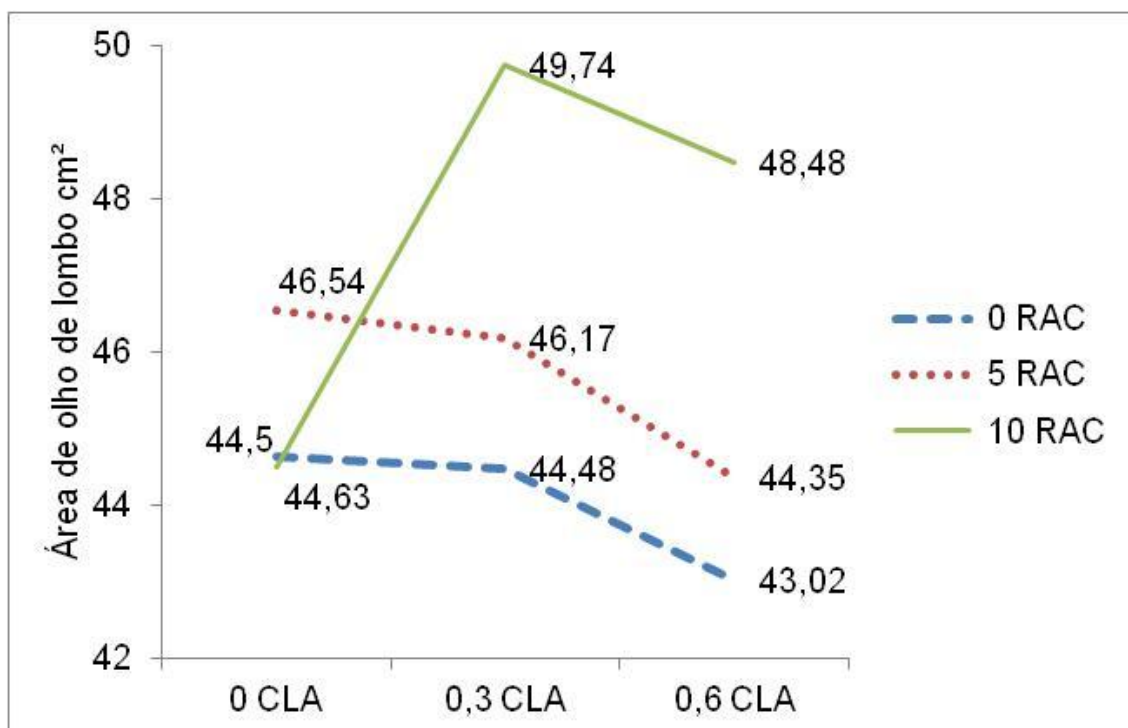


Gráfico 2. Medidas de Área de olho de lombo de suínos machos castrados recebendo diferentes níveis de Ractopamina (RAC) e Ácido Linoleico Conjugado (CLA) por 27 dias na fase de terminação

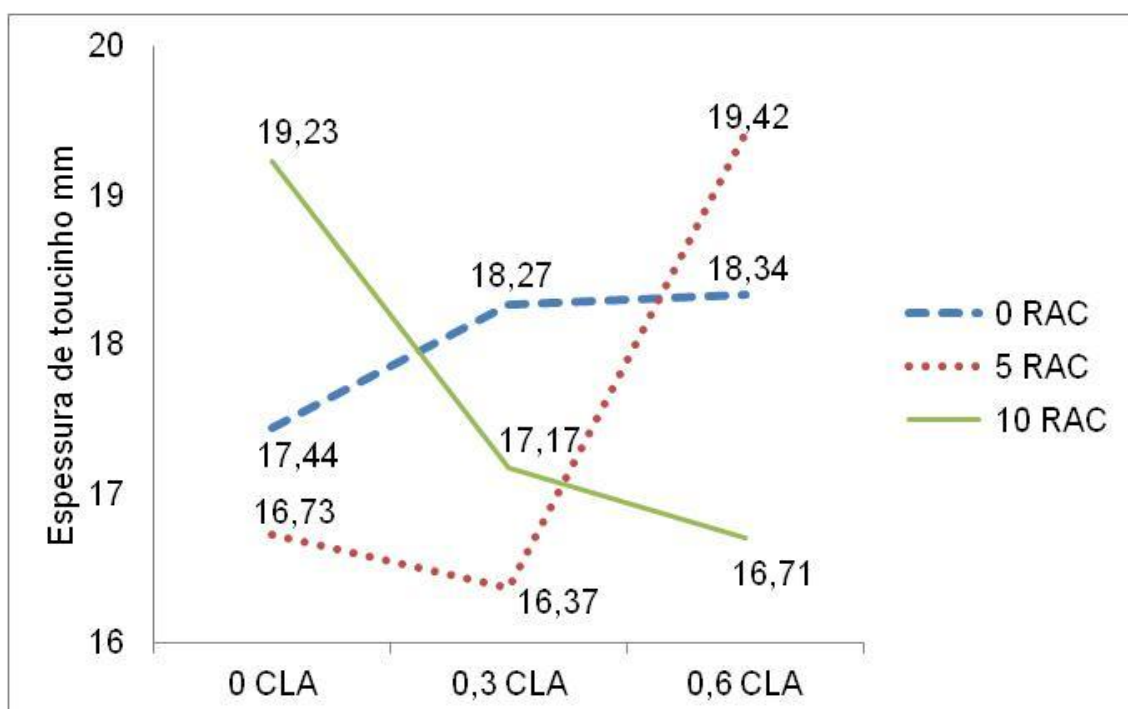


Gráfico 3. Espessura de toucinho de suínos machos castrados recebendo diferentes níveis de Ractopamina (RAC) e Ácido Linoleico Conjugado (CLA) por 27 dias na fase de terminação

Tabela 4. Medidas de Área de olho de lombo (AOL) e espessura de toucinho (ET) de suínos machos castrados recebendo diferentes níveis de Ractopamina (RAC) e Ácido Linoleico Conjugado (CLA) por 27 dias na fase de terminação

TRATAMENTOS		ÁREA DE OLHO DE LOMBO (cm ²)	ESPESSURA DE TOUCINHO (mm)
RAC 0 ppm	CLA 0%	44,63	17,44
	CLA 0,3%	44,48	18,27
	CLA 0,6%	43,02	18,34
RAC 5 ppm	CLA 0%	46,54	16,73
	CLA 0,3%	46,17	16,37
	CLA 0,6%	44,35	19,42
RAC 10 ppm	CLA 0%	44,50	19,23
	CLA 0,3%	49,74	17,17
	CLA 0,6%	48,48	16,71
RAC 0 ppm		44,05	18,02
RAC 5 ppm		45,69	17,51
RAC 10 ppm		47,58	17,71
CLA 0%		45,23	17,80
CLA 0,3%		46,80	17,27
CLA 0,6%		45,29	18,16
DPr		4,51	3,61
P RAC		0,0014	0,7937
P CLA		0,1780	0,5047
P RAC*CLA		0,0351	0,0500

CLA - efeito do ácido linoleico conjugado; RAC - efeito da Ractopamina e CLA x RAC - efeito de interação entre CLA e RAC

Em caso de interação as médias não diferem entre si.

¹ Desvio Padrão Residual

4 DISCUSSÃO

O efeito das altas temperaturas sobre o desempenho de suínos está bem estabelecido (SAMPAIO *et al.*, 2004). Em condições de clima tropical, a temperatura observada nas diferentes estações está sempre acima da temperatura superior limite da zona de termoneutralidade de suínos em terminação (i.e., 22°C; LAGANÁ, 2005). Durante a condução do estudo, a temperatura média observada (19,8°C) não caracterizou uma condição de estresse térmico por calor nas nossas condições experimentais.

No presente estudo, a RAC aos 27 d reduziu o CMR, da mesma forma que foi observado por Crome *et al.* (1996) e See *et al.* (2004) em que com a suplementação de RAC na dieta dos suínos provocou redução no CMR, principalmente nas duas últimas semanas de fornecimento quando os animais já se encontram mais próximos do peso de abate. A diminuição do CMR pode estar relacionada a genética utilizada, a dieta experimental e, principalmente, pela dose de RAC utilizada, sendo observado nos experimentos que quanto maior a dose, maior é a redução no consumo (WATKINS *et al.*, 1990). Resultados divergentes foram obtidos por Trapp *et al.*, (2002), Marinho *et al.* (2007) e Sanches (2009), trabalhando com níveis de RAC (0, 5, 10, 15 e 20) para suínos na fase final de terminação não encontraram diferença para o CMR.

Para GPD o presente estudo, a RAC aos 27 d influenciou, da mesma forma que Ferreira *et al.* (2011), avaliando a inclusão de RAC (5, 10, 15 e 20 ppm) na dieta de suínos na fase final observaram melhora para GPD. Marinho *et al.* (2007) observaram diferença para GPD de 163 g/d nos animais que receberam RAC, tendo um resultado muito semelhante aos encontrados neste estudo.

Foi observado no nosso trabalho melhor CA conforme aumento dos níveis de RAC na dieta, corroborando com os resultados encontrados por Ferreira *et al.* (2011), avaliando a inclusão de RAC (5, 10, 15 e 20 ppm) na dieta de suínos na fase final observaram aos 28 dias melhora para CA.

A melhora no desempenho dos animais se deve ao fato de ao adicionar RAC na dieta, os animais aumentam sua exigência em aminoácidos já que ela promove maior deposição proteica. Essa melhor CA nos animais suplementados com RAC, pode ser explicada pelo fato da RAC promover por meios de modificações

metabólicas, o aumento da síntese de tecido muscular em detrimento da deposição de tecido adiposo (SCHINKEI *et al.*, 2003), e pela maior inclusão de moléculas de água durante a síntese de tecido muscular em relação ao tecido adiposo, o primeiro demanda menor aporte de nutrientes, já que o gasto energético exigido para deposição de tecidos proteicos é menor em relação à deposição de tecido adiposo (PEREIRA *et al.*, 2008).

No presente estudo, a utilização de CLA aos 27 d reduziu o CMR. Da mesma forma Dugan *et al.* (1997) relataram diminuição no consumo em suínos dos 60-105 kg de PV e Cook *et al.* (1998) relataram diminuição da ingestão de alimentos 0-49 dias para suínos suplementados com CLA. Diferente ao encontrado neste trabalho, Surek *et al.* (2011) e Pompeu *et al.* (2012), em estudos com animais recebendo dieta com e sem inclusão de CLA não observaram diferença quanto ao CMR.

Os resultados positivos do CMR em relação a diferentes níveis de CLA nas dietas pode ter relação entre o CLA e os diferentes teores plasmáticos de leptina (SANTOS-ZAGO *et al.*, 2008). Esta proteína possui papel importante na ingestão alimentar, pois se aumenta as concentrações de leptina no plasma, induz em uma redução do apetite dos animais.

Para CA a utilização de CLA nos 27 d influenciou, da mesma forma que Thiel-Cooper *et al.* (2001) verificaram, em suínos suplementados com CLA na dieta, apresentaram melhor eficiência alimentar com as diferentes concentrações de CLA (0; 0,12; 0,25; 0,5 e 1%). Diferente ao encontrado neste trabalho, Pompeu *et al.* (2012) e Barnes *et al.* (2012) utilizando CLA nas dietas de suínos, não observaram diferença na CA.

Segundo Pariza *et al.* (2000) e Thiel-Cooper *et al.* (2001), as divergências nos resultados de CMR, GPD e CA, são devido às inúmeras variações observadas entre os experimentos, como o sexo, estação do ano, período de utilização e genética dos animais.

No presente estudo, a utilização de RAC e CLA na dieta nos 27 d influenciou no PV dos suínos. Diferente do encontrado neste trabalho, Pompeu *et al.* (2012) trabalhando com níveis de RAC (0 e 7,4ppm) e CLA (0 e 0,6%) não observaram efeito de interação no PV de suínos na fase de terminação.

Para AOL e ET, a utilização de RAC e CLA na dieta nos 27 d influenciou da mesma forma que Thiel-Cooper *et al.* (2001) avaliando por meio de análise de ultrassom da AOL, na 10ª costela, observaram que os animais que receberam dieta

contendo CLA apresentaram menor ET em relação ao grupo controle, porém no nosso trabalho observamos menor ET quando o CLA estava associado a RAC (5ppm e 10ppm). Sendo coerente com o encontrado por D'Souza *et al.* (2002), utilizando somente CLA na dieta. Esses dados são consistentes com estudos feitos por Cook *et al.* (1998) e Dushean *et al.* (1998).

Diversos estudos com CLA em dietas para suínos, mostram que o CLA tem efeito de repartidor de nutrientes, sendo um complemento na atuação junto com a RAC. A RAC atua redirecionando os nutrientes para a produção de tecidos musculares, diminuindo assim a deposição de tecido adiposo. A utilização da RAC em dietas proporciona ação sobre as características de carcaça que depende da linhagem de suínos usada, da quantidade desse aditivo e do tempo de fornecimento (BRIDI *et al.*, 2003). Já o CLA, pode estar ligado a redução da lipogênese, ou aumentando as taxas de lipólise ou sua combinação no transporte intracelular dos ácidos graxos (BAUMAN *et al.*, 1999).

O CLA (*trans* 10, *cis*-12) influencia no metabolismo lipídico, reduzindo a presença de gordura intermuscular na carcaça, entretanto, Dugan *et al.* (1997) e Weigand *et al.* (2000), atribuíram que a utilização de CLA na dieta de suínos aumentou os níveis de gordura intramuscular. Como a deposição de reservas se dá a partir do balanço positivo entre síntese e degradação lipídica, os efeitos do CLA na composição da carcaça estão relacionados ao acréscimo na deposição de tecido magro em detrimento da gordura (OSTROWSKA *et al.*, 1999).

O CLA participa na modulação da gordura corporal, como agente repartidor de gordura, igualmente a RAC, resultando na diminuição da lipogênese e aumento da lipólise no tecido adiposo. Pelo fato de aumentar o metabolismo, a taxa de oxidação das gorduras e a taxa de degradação de gorduras nos adipócitos são aumentadas, resultado, conseqüentemente, em maior demanda energética (HOLANDA, 2011).

5 CONCLUSÃO

A utilização de 10 ppm de ractopamina na dieta de suínos em terminação melhora desempenho zootécnico.

O uso do ácido linoleico conjugado na dieta de suínos em terminação não melhorou o ganho de peso destes animais, porém, seu uso em 0,6% melhorou conversão alimentar.

A associação da ractopamina e do ácido linoleico conjugado na dieta proporcionou maior peso vivo, principalmente quando utilizado 10 ppm de ractopamina e 0,6% de ácido linoleico conjugado.

Para características de carcaça o melhor resultado foi quando utilizado 10 ppm de ractopamina e 0,3% de ácido linoleico conjugado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA - ABIPECS. Disponível em: <http://www.abipecs.com.br/>. Acesso em: 24 de Abr. 2015.

BARNES, K.M.; WINSLOW, N.R.; SHELTON, A.G.; et al. Effect of dietary conjugated linoleic acid on marbling and intramuscular adipocytes in pork. **Journal of Animal Science**, v.90, p.1142-1149, 2012.

COOK, M. E.; JEROME, D. L.; CRENSHAW, T. D.; et al. **Feeding conjugated linoleic acid improves feed efficiency and reduces carcass fat in pigs**. 1998. FASEB J. 11:3347.

CROME, P.K.; McKEITH, F.K.; CARR, T.R. et al. Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition, and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. **Journal of Animal Science**, v.74, p.709-716, 1996.

D'SOUZA, D. N.; MULLAN, B. P. The effect of genotype, sex and management strategy on the eating quality of pork. **Meat Science**, v. 60, p. 95-101, 2002.

DONOVAN D.C.; SCHINGOETHE D.J.; BAER R.J.; RYALI J.; HIPPEN A.R.; FRANKLIN S.T. Influence of dietary fish oil on conjugated linoleic acid and other fatty acids in milk fat from lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n. 11, p. 2620–2628, 2000.

DUGAN, M.E.R. et al. The effect of conjugated linoleic acid on fat to lean repartitioning and feed conversion in pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v.77, p.723-725, 1997. Disponível em: <http://pubs.aic.ca/doi/abs/10.4141/A97-084>. Acesso: 20 mar. 2015.

DUSHEAN, F. R.; OSTROWSKA, E.; MURILATHARAN, M.; et al. Dietary conjugated linoleic acid decreases backfat in growing gilts. **Journal of Animal Science**, v.76, p.131, 1998.

FERNÁNDEZ-FÍGAREZ, F.I.; CONDE-AGUILERA, J.A.; LACHICA, M; et al. Synergistic effects of betaine and conjugated linoleic acid on growth and carcass composition of growing Iberian pigs. **Journal of Animal Science**, 2007.

MARINHO, P.C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O. et al. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1061-1068, 2007.

National Swine Improvement Federation Guidelines. Disponível em: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/NSIF/NSIF-FS16.html>.

OSTROWSKA, E.; MURALITHARAN, M.; CROSS, R.F.; et al. Dietary Conjugated Linoleic Acids Increase Lean Tissue and Decrease Fat Deposition in Growing Pigs.

Journal of Nutrition. 129: 2037–2042, 1999.

PARIZA, M.W. et al. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. **Progress in Lipid Research**, v.40, p.283-298, 2001.

PEREIRA, F.A.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O. et al. **Efeitos da ractopamina e de dois níveis de lisina digestível na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de leitoas em terminação.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.60, n.4, p.943-952, 2008.

POMPEU, D; WEIGAND, B.R.; EVANS, H.L. et al. Effect of corn distillers grains with solubles, conjugated linoleic acid, and ractopamine (paylean) on growth performance and fat characteristic of late finishing pigs. **Journal of Animal Science.** 91:793-803, 2012.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.

SAMPAIO, C.A.P.; CRISTANI, J.; DUBIELA, J.A.; et al. Avaliação do ambiente térmico em instalações para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência Rural**, v.34, p.785-790, 2004.

SEE, M.T.; ARMSTRONG, T.A.; WELDON, W.C. Effect of a ractopamina feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2474-2480, 2004.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. 235p.

SUREK, D.; MAIORKA, A.; OLIVEIRA, S.G.; et al. Ácido linoléico conjugado na nutrição de suínos sobre desempenho zootécnico, características de carcaça e rendimentos de cortes. **Ciência Rural.** Santa Maria, v.41, n.12, p.2190-2195. 2011.

THIEL-COOPER, R.L. et al. Conjugated linoleic acid changes swine performance and carcass composition. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1821-1828, 2001.

TRAPP, S.A.; RICE, J.P.; KELLY, D.T. et al. Evaluation of four ractopamine use programs on pig growth and carcass characteristics. **Purdue University: Swine Research Report**, p.62-71, 2002.

WEINGAND, B. R.; SWAR, J. E.; PARRISH, F. C. J.; BASS, T. J. Influence of dietary conjugated linoleic acid on meat quality and sensory traits of stress-genotype pig. **Journal of Animal Science**, v.78, p.157, 2000. Supplement 1.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento sobre as melhores alternativas para aumentar a qualidade e reduzir o teor de gordura da carne suína permitem que a indústria produza alimentos mais saudáveis. A demanda por produtos de maior qualidade vem aumentando gradativamente, o que leva a um maior entendimento de toda cadeia produtiva da carne suína, sendo uma estratégia comercial a ser explorada para aumentar a exportação da carne brasileira.

Os resultados encontrados nesse estudo podem ser utilizados por especialistas da área de nutrição de suínos que possam utilizar os ingredientes disponíveis para alimentação destes na fase de terminação.

A ractopamina a 10 ppm melhorou as variáveis de desempenho analisadas, sendo um importante aditivo para a produção de suínos, pois melhora a eficiência animal e diminui seu custo de produção. Porém seu uso não é permitido em todos os países, sendo necessário quando utilizado nas dietas, se certificar no mercado consumidor.

Já o ácido linoleico conjugado quando utilizado 0,3% na dieta diminuiu consumo de ração destes animais, e mantendo o ganho de peso diário dos suínos, sendo um importante aditivo com potencial de melhorar a qualidade quantitativa e qualitativa da carcaça.

O estudo sobre níveis de ractopamina e ácido linoléico conjugado para suínos em terminação em climas tropicais foi importante para sistemas de produção que buscam maior rendimento de cortes e carnes com menor teor de gordura subcutânea e um marmoreio adequado dos cortes.

A utilização de ractopamina e ácido linoleico conjugado aumentou a eficiência alimentar, garantiu qualidade quantitativa de carcaça, tornando a carne suína mais competitiva no mercado nacional e internacional (quando permitido o uso da ractopamina na dieta).

O correto uso de ractopamina associado ao ácido linoleico conjugado também ocasionou uma redução na conversão alimentar, sua administração de forma correta permite a redução da excreção de nitrogênio por meio dos dejetos dos suínos, impactando positivamente sobre o meio ambiente.

A utilização destes aditivos juntos a dieta leva a acreditar em uma soma dos resultados, sendo necessário mais estudos para comprovar, avaliando outros parâmetros além destes presentes no trabalho.

ANEXOS**APROVAÇÃO COMISSÃO DE ÉTICA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo número 060/2014, referente ao projeto "Níveis de ractopamina e ácido linoleico conjugado para suínos em terminação no período de inverno", sob a responsabilidade de Alex Maiorka, na forma em que foi apresentado (utilização de 765 suínos e como grau B de invasividade), foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná - Brasil, em reunião realizada dia 11 de Novembro de 2014.

CERTIFICATE

We certify that the protocol number 060/2014, regarding the project "Levels of ractopamine and conjugated linoleic acid to finishing pigs on winter period", under Alex Maiorka supervision, in the terms it was presented (use of 765 animals and was classified as grade B of invasiveness), was approved by the Animal Use Ethics Committee of the Agricultural Sciences Campus of the Universidade Federal do Paraná (Federal University of the State of Paraná, Brazil) during session on November 11, 2014.

Curitiba, 08 de Abril de 2015.

Ananda Portella Félix
Presidente CEUA-SCA

Simone Tostes de Oliveira Stedile
Vice-Presidente CEUA-SCA